

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

English translation of independent claims of  
German patent DE 41 15 726 C2

Patent claims

1. Method for obtaining a wheel rim and tire assembly, being optimized with respect to the runout and the unbalance comprising the steps of
  - measuring the values of the runout and of the unbalance of the wheel rim and tire assembly in a first positional relationship of the wheel rim and the tire for at least one revolution;
  - comparing the measured values of the runout and the unbalance of the wheel rim and tire assembly with acceptable limits for the runout and the unbalance;
  - measuring the values of the runout and the unbalance of the wheel rim for at least one revolution, if the measured values of the runout and the unbalance of the wheel rim and tire assembly are exceeding the acceptable limits in the first positional relationship;
  - calculating the difference of the measured values for the wheel rim and the values for the tire determined by using the

measured values for the runout and the unbalance for the wheel rim and tire assembly, squaring this difference and then adding for obtaining the sum of squares of error for a plurality of calculatedly simulated relationships of the wheel rim and the tire for each wheel rim and tire assembly; and  
- adapting the tire and the wheel rim of the wheel rim and tire assembly to each other in a second positional relationship due to the minimum of the sum of squares of error, if a sufficient improvement of runout and unbalance is obtained.

9. Apparatus for carrying out the method according to claims 3 or 4, comprising  
a means for pivot bearing the wheel rim (12);  
a means (vision system 16) for detecting the values of the runout and the unbalance of the wheel rim (12) and the tire (13) mounted thereon;  
a means (load roller 24) for loading the mounted tire (13) with a constant force;  
a means (displacement transducer 31) for detecting the displacement between the tire (13) and the means (load roller 24) for loading; and comprising  
a means for comparing and calculating which is coupled with the means (vision system 16) for detecting the runout and the unbalance and the means (displacement transducer 31) for detecting the displacement, wherein the means for comparing and calculating is designed for comparing the measured value of the runout of the wheel rim and the measured value of the unbalance of the wheel rim (12) with the value of the runout and the value of the unbalance of the tire (13) mounted on the wheel rim (12) in a home position and for calculating an optimum position of the tire (13) on the wheel rim (12) on the basis of the minimum sum of squares of error.

BB



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑩ **Offenlegungsschrift**  
**DE 41 15 726 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**G 01 M 1/38**  
B 60 C 25/00

②1 Aktenzeichen: P 41 15 726.5  
②2 Anmeldetag: 14. 5. 91  
②3 Offenlegungstag: 21. 11. 91

DE 41 15 726 A 1

<p>③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1 14.05.90 US 522768</p> <p>⑦1 Anmelder: FMC Corp., Chicago, Ill., US</p> <p>⑦4 Vertreter: Pegenberg, J., Dr.jur.; Frohwitter, B., Dipl.-Ing., Rechtsanwälte; Geißler, B., Dipl.-Phys.Dr.jur., Pat.- u. Rechtsanw.; Bardehle, H., Dipl.-Ing.; Dost, W., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Altenburg, U., Dipl.-Phys., Pat.-Anwälte, 8000 München</p>	<p>⑦2 Erfinder: Dale, James L.; Rogers, Steve, Conway, Ark., US</p>
---	---

⑤4 Gerät und Verfahren zum Reduzieren von Vibrationscharakteristiken in einer Felgen- und Reifenanordnung

⑤7 Eine kombinierte Reifen- und Felgenanordnungs-, Anpassungs- und Auswuchtmaschine hat eine Belastungsrolle zum Berühren des Umfangs eines montierten Reifens mit einer vorbestimmten Kraft. Der Versatz der Rolle liefert einen Meßwert für den Reifenradialschlag und entweder ein Beobachtungssystem oder mechanische Fühler liefern eine Messung des Felgenradialschlags. Ein Steuerungsgerät arbeitet zur Berechnung der besten Lösung auf der Basis der geringsten Fehlerquadrate zwischen dem Reifen und der Felge und zur Steuerung des Anpassungsschleifens, um eine Verbesserung in den Reifen- und Felgenanordnungsbetriebsvibrationscharakteristiken zu schaffen.

DE 41 15 726 A 1

Das hier offenbarte Gerät zum Diagnostizieren und Korrigieren von vibrationsverursachenden Charakteristiken in einer Felgen- und Reifenanordnung bzw. Radfelgen- und Mantelanordnung enthält eine Einrichtung zum Messen einer Unwucht in der Felgen- und Reifenanordnung und zum Anzeigen der Winkelposition und der Größe einer zum Korrigieren dieser Unwucht notwendigen Massenänderung. Es ist eine Einrichtung enthalten zum Messen des radialen Schlags bzw. der radialen Unrundheit der Felge als auch eine Einrichtung zum Messen des radialen Schlags des auf der Felge montierten Reifens. Es ist eine Einrichtung vorgesehen zum Berechnen der besten Passung auf der Basis der geringsten Quadrate (bzw. Fehlerquadrate), zwischen den gemessenen Reifen- und Felgenunrundheiten und zum Anzeigen der relativen Winkelposition der Felge und wo die geringsten Fehlerquadrate bzw. die beste Passung auftreten bzw. auftritt.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein Gerät offenbart zum Diagnostizieren und Einstellen eines Reifens und einer Felge zur optimalen relativen Montageposition, wobei eine Einrichtung enthalten ist zum Tragen der Felge zur angetriebenen Rotation darauf zusammen mit einer Einrichtung zum Erfassen der Position, der Konfiguration und des radialen Schlags der Felge und des darauf montierten Reifens. Es ist eine Einrichtung vorgesehen zum Belasten des Umfangs des montierten Reifens mit einer konstanten Kraft zusammen mit einer Einrichtung zum Erfassen des Versatzes der Einrichtung zum Belasten. Eine Einrichtung zum Vergleichen ist mit der Einrichtung zum Sensieren und der Einrichtung zum Sensieren gekoppelt, wobei der radiale Schlag der Felge mit dem radialen Schlag des Reifens, der in einer Ausgangsposition auf der Felge montiert ist, verglichen wird und es wird eine beste Anpassung auf der Basis der geringsten Fehlerquadrate zwischen den radialen Schlägen bzw. Unrundheiten des Reifens und der Felge berechnet, was eine optimale Position des Reifens auf der Felge darstellt. Weiterhin ist eine Einrichtung vorgesehen zum Abschleifen des Reifens. Die Einrichtung zum Vergleichen enthält eine Einrichtung zum Steuern der Einrichtung zum Schleifen, um an berechneten Positionen auf dem Reifenumfang Material von dem Reifen zu entfernen, wenn die Materialentfernung die Reifen- und Felgenbetriebscharakteristiken verbessern wird.

Ein Verfahren zum Diagnostizieren und Einstellen einer Felge und eines Reifens, zusammengebaut in einer ersten positionsmäßigen Beziehung, wird offenbart, so daß die zusammengebaute Felgen- und Reifenanordnung zwischen akzeptierbare Betriebsgrenzen gebracht wird. Das Verfahren enthält einen Schritt des Messens des belasteten radialen Profils von Felge und Reifen in der ersten positionsmäßigen Beziehung über das gesamte Umfangsprofil und den Schritt des Erfassens des unbelasteten Seitenwandprofils über das gesamte Profil. Es ist das Inspizieren der erfaßten Seitenwandprofile auf geeigneten Wulstsitz und auf Oberflächenfehler enthalten zusammen mit dem Messen des unbelasteten Schlags von Felgen und Reifen in der ersten positionsmäßigen Beziehung. Weiterhin ist der Schritt des Berechnens des Schlags des Reifens aus der unbelasteten Schlagmessung von Felge und Reifen in der ersten positionsmäßigen Lagebeziehung enthalten, zusammen mit dem Schritt des Messens des belasteten radialen Schlags von Felge und Reifen in der ersten positionsmäßigen

Beziehung. Das Verfahren enthält auch den Schritt des Anpassens von Felge und Reifen in einer zweiten positionsmäßigen Beziehung, das Anpassen des Schleifens des Reifens und das Anbringen einer Masse, um die Felgen- und Reifenunwucht zu korrigieren, wie angezeigt durch die Ergebnisse der vorangegangenen Schritte, um Felge und Reifen in den Bereich zwischen akzeptierbare Betriebsgrenzen zu bringen.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung ist ein Verfahren offenbart zum Diagnostizieren und Einstellen einer Felge und eines Reifens, zusammengebaut in einer ersten positionsmäßigen Beziehung, so daß die zusammengebaute Felgen- und Reifenanordnung zwischen akzeptierbare Betriebsgrenzen gebracht wird, wobei der Schritt des Erfassens des unbelasteten Seitenwandprofils über das gesamte Profil enthalten ist zusammen mit dem Schritt des Inspizierens des erfaßten Seitenwandprofils auf den geeigneten Wulstsitz und auf Oberflächenfehler. Darüber hinaus enthält das Verfahren das Messen des unbelasteten Schlags von Felge und Reifen in der ersten positionsmäßigen Beziehung zusammen mit dem Berechnen des Schlags des Reifens aus der unbelasteten Schlagmessung von Felge und Reifen in der ersten positionsmäßigen Beziehung. Darüber hinaus ist das Durchführen einer Laufflächenabnutzungsanalyse aus der unbelasteten Schlagmessung enthalten, zusammen mit dem Anpassen von Felge und Reifen in einer zweiten positionsmäßigen Beziehung, das Anpassen des Schleifens des Reifens und das Anbringen einer Masse, um die Felgen- und Reifenunwucht zu korrigieren, wie gefordert durch die vorangegangenen dimensionsmäßigen Katalogisier- bzw. Ausarbeitungsschritte, und zwar um Felge und Reifen in den Bereich akzeptierbarer Grenzen zu bringen.

Es wird ein Verfahren geschaffen zum Einstellen einer Felge und eines Reifens, zusammengebaut in einer ersten positionsmäßigen Beziehung, derart, daß die zusammengebaute Felgen- und Reifenanordnung innerhalb akzeptierbarer Grenzen bezüglich des radialen Schlags und der Unwucht ist, und zwar mit den Schritten des Messens des radialen Schlags von Felge und Reifen in der ersten positionsmäßigen Beziehung für zumindest eine Umdrehung, des Vergleichens des gemessenen radialen Schlags mit den akzeptierbaren Schlaggrenzen, des Messens des radialen Felgenschlags für zumindest eine Umdrehung, wenn die gemessene radiale Schlaggrenze in der ersten positionsmäßigen Beziehung überschritten wird, des Berechnens einer ersten Passung bzw. Anpassung bzw. Lösung auf der Basis der geringsten Quadrate für eine zweite positionsmäßige Beziehung von Felge und Reifen, und zwar unter der Verwendung der radialen Schlagmessung von Reifen und Felge und von Felge, und des rotationsmäßigen Einstellens des Reifens auf der Felge in die zweite positionsmäßige Beziehung, wenn eine hinreichende Verbesserung bezüglich des radialen Schlags vorhergesagt wird. Weiterhin sind enthalten die Schritte des Messens des radialen Schlags von Felge und Reifen in der zweiten positionsmäßigen Beziehung für zumindest eine Umdrehung, des Anpassens des Schleifens des Reifens, wenn eine hinreichende Verbesserung hinsichtlich des radialen Schlags vorhergesagt wird, des Messens der Unwucht von Felge und Reifen und des Anbringens einer Masse an der Felge, um die Unwucht zu korrigieren, wenn die Unwuchtgrenze überschritten ist.

Es wird ein Verfahren offenbart zum Reduzieren der Vibrationscharakteristiken beim Betrieb, derart, daß diese innerhalb von Spezifikationen für eine Felgen-

und Reifenanordnung sind, wobei der Reifen in einer Ausgangsposition montiert ist, wobei der belastete Schlag der Anordnung gemessen wird, während eine konstante Kraft gegen den Reifenumfang ausgeübt wird. Der Schlag der Felge wird auch gemessen und es wird bestimmt, ob entweder der Felgen- oder der Reifenschlag überschritten wird. Wenn keine Überschreitung vorliegt, werden der Schlag von Reifen und Felge verglichen, um zu bestimmen, ob ein Anpassungsmonitieren des Reifens zu einer darauffolgenden Position auf der Felge eine Vibrationsverbesserung schaffen würde. Der Reifen wird auf der Felge in die darauffolgende Position bewegt, wenn eine Verbesserung angezeigt ist. Es wird eine Überprüfung vollzogen, um zu bestimmen, ob ein Anpassungsschleifen vorteilhaft wäre, wenn die Anordnung mit dem Reifen in der darauffolgenden Position nicht innerhalb der Vibrationspezifikation ist und wenn eine Verbesserung durch das Schleifen vorhergesagt wird. Die Reifenanordnungsunwucht wird dann gemessen und korrigiert, wenn sie nicht innerhalb der Unwuchtspezifikationen liegt.

Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der folgenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit der Zeichnung.

Fig. 1 ist eine Seitenansicht des erfindungsgemäßen Geräts;

Fig. 2 ist eine perspektivische Ansicht des erfindungsgemäßen Geräts;

Fig. 3 ist ein Blockdiagramm, das das Steuerungsgerät und gesteuerte Elemente der vorliegenden Erfindung zeigt;

Fig. 4 ist ein Flußdiagramm, welches ein durch das offenbarte Gerät durchgeführtes Verfahren zeigt;

Fig. 5 ist ein weiteres Flußdiagramm, das ein durch das Gerät der vorliegenden Erfindung durchgeführtes Verfahren zeigt;

Fig. 6 ist ein zusätzliches Flußdiagramm, welches ein durch das Gerät der vorliegenden Erfindung durchgeführtes Verfahren zeigt;

Fig. 7 ist ein Flußdiagramm, das ein durch das Gerät der vorliegenden Erfindung durchgeführtes Verfahren zeigt;

Fig. 8 ist ein Flußdiagramm, das einige der Betriebsmöglichkeiten des Gerätes der vorliegenden Erfindung zeigt; und

Fig. 9 ist ein Diagramm, welches ein 360°-Profil für einen auf einer Felge montierten Reifen und ein einem Reifenschleifbetrieb folgendes Delta-Profil des Reifens zeigt.

Fahrzeugfelgen und -reifen haben sämtlich variierende Größen bezüglich der Irregularität oder des Schlags. Der Schlag wird generell aufgeteilt in einen lateralen Schlag oder eine Variation der Ebene der Felgen- und Reifenanordnung aus der Orthogonalität bezüglich der Felgendrehachse und einen radialen Schlag oder eine Veränderung im Radius von Felge oder Reifen um ihre Umfänge. Beim Angehen des Problems des Reduzierens der betriebsmäßigen Vibrationscharakteristiken in einer Felgen- und Reifenanordnung ist es wichtig, die Größen dieser Irregularitäten als auch die Veränderung der Federkonstante bzw. Federrate in der Seitenwand des auf einer Felge montierten Reifens und die Massenunwucht einer Felge und/oder einer Felgen/Reifenanordnung bezüglich der Rotationsachse der Felge messen zu können. Die Art, auf die Reifenauswuchtgeräte arbeiten und auf die Reifenauswuchtgeräte zur genauen Messung der Unwuchtmass in einer Felgen- und Reife-

nanordnung kalibriert werden, ist beschrieben in den US Patenten 42 85 240, Abänderung 31 971, Gold; 43 38 818, Hill; 44 50 529, Hill; und 44 94 400, Hill, alle vom Anmelder dieser Anmeldung. Die Art, auf die ein lateraler Schlag in einer Felge gemessen wird und das Gerät zum Durchführen derartiger Messungen sind beschrieben in den US-Patenten 41 38 825, Pelta; 41 92 074, Chang; und 41 80 915, Lill, auch von dem Anmelder dieser Anmeldung. Das hier offenbarte erfindungsgemäße Gerät und Verfahren wird im allgemeinen, jedoch nicht notwendigerweise, in Verbindung mit den in den vorstehenden Patenten offenbarten Radauswuchtgeräten und -verfahren verwendet.

Die Messung der Irregularitäten in einem Reifen und in einer Felge zum Verbessern der Fahrzeugbetriebscharakteristiken ist wichtig vom Standpunkt des Erfassens, wann ein Reifen oder eine Felge ersetzt werden sollten, oder wann die Irregularität in einem von Reifen oder Felge verwendet werden sollte bzw. könnte, um eine Irregularität in dem jeweiligen anderen Teil auszugleichen. Ein radialer Schlag in einem Reifen, gemessen unbelastet auf einer Felge, kann verwendet werden, um zumindest teilweise einen gemessenen radialen Schlag in einer Felge auszugleichen. Ein solcher Vorgang zieht jedoch nicht eine mögliche Variation der Federkonstante in einer Reifenseitenwand in Betracht, wie sie um den Umfang des Reifens besteht. Es sind einige Ansätze bekannt, bei denen die Veränderung der Kraft am Umfang eines sich drehenden Reifens gemessen wird, ersichtlich aus dem am 16. September 1980 ausgegebenem US-Patent 42 23 386 von Maruyama et al. Prozeduren zum Zusammenbringen der Massenunwucht einer Felge in Opposition zu der Massenunwucht eines darauf montierten Reifens sind in den US-Patenten 43 02 966, Onishi et al., ausgegeben am 01. Dezember 1981, und 48 17 429, Goebel, ausgegeben am 04. April 1989, gezeigt, wobei die Prozeduren die Kompensation einer Massenunwucht mit der Reifenmassenunwucht bis zu einem gewissen Grad betreffen.

Die vorstehenden Lehren beschreiben sämtlich unvollständige Geräte und Verfahren zum Analysieren und Korrigieren aller möglichen Quellen von Fahrbeeinträchtigungen oder betriebsmäßigen Vibrationsseigenschaften in einer Radfelgen- und Reifenanordnung eines Fahrzeugs. Das Gerät der Fig. 1 zeigt ein Reifenauswuchtgerät 11, wie zuvor erwähnt, wobei eine Radfelge 12 bzw. Felge 12 und ein Reifen 13 darauf montiert sind. Die Felge ist an einer Welle 14 montiert, die sich von dem Radauswuchtgerät 11 erstreckt, wobei die Welle durch einen (nicht gezeigten) Motor in Drehung versetzt wird, der in dem Radauswuchtgerät angebracht ist. Als Teil des Radauswuchtgerätes ist eine Anzeige wie eine CRT oder ein Drucker als auch ein daran angebrachtes Betrachtungssystem 16 enthalten. Das Betrachtungssystem bzw. Visionssystem kann derart sein, wie beschrieben in der US-Patentanmeldung mit der Seriennummer 07/4 73 754, eingereicht am 02. Februar 1990, Downing et al. Das Betrachtungssystem liegt zum Zwecke des Messens von Charakteristiken von Felge 12 und Reifen 13 einschließlich Felgendurchmesser und -breite, radialem und axialem Schlag von Felge und Reifen, Seitenwandzustand und Laufflächenabnutzungszustand vor. Alternativerweise kann ein anderes Gerät in dem Radauswuchtgerät 11 enthalten sein, um Felgen- und Reifencharakteristiken zu messen, wie offenbart z.B. in dem US-Patent 42 85 240 mit Abänderung 31 971, wie zuvor erwähnt.

Eine Hilfsträgerstruktur 17 ist an dem Radauswucht-

gerät 11 angebracht gezeigt, welche zwei daran montierte Schwenkanordnungen hat, die durch einen auch an der Hilsträgerstruktur angebrachten Motor 18 angetrieben werden, wie es am besten in Fig. 2 zu sehen ist. Die sich von dem Motor 18 erstreckende Welle treibt eine Riemenscheibe 19 an, um die sich ein Riemen 21 erstreckt. Der Riemen 21 greift auch an einer Riemenscheibe 22 an, die an einer Welle 23 festgelegt ist und diese antreibt, welche mit einer Belastungstrommel oder einer Lastrolle 24 gekoppelt ist. Die Lastrolle 24 ist an einem Paar von Armen 26 mit einer daran festgelegten flachen Platte 27 gelagert, die sich zwischen diesen erstreckt. Die Arme 26 sind an der Hilsträgerstruktur 17 an einer Schwenkwelle 28 angelenkt. Eine Luftfeder 29, die in sowohl Fig. 1 als auch Fig. 2 zu sehen ist, erstreckt sich zwischen der Platte 27 und der Hilsträgerstruktur 17. Ein Versatzübertrager 31, der ein Potentiometer oder ein linear-variabler Differentialumsetzer oder eine andere geeignete oder ähnliche Einrichtung sein kann, ist zwischen der Platte 27 und der Hilsträgerstruktur 17 angeordnet, und zwar zum Zwecke des Messens des Versatzes der Lastrolle oder -trommel 24, wenn diese durch eine von der Luftfeder 29 ausgeübte konstante Kraft gegen den Umfang des Reifens 13 gedrückt wird, wie es nachstehend beschrieben werden wird. Eine Kette 32 oder eine andere geeignete Einrichtung, die sich zwischen der Hilsträgerstruktur und einem der Arme 26 erstreckt, wird verwendet, um den Weg der Arme 26 um die Schwenkstelle 28 in Uhrzeigerrichtung zu begrenzen, und zwar gemäß der Ansicht in Fig. 1.

Fig. 2 zeigt eine weitere Riemenscheibe 33, die an der sich von dem Motor 18 erstreckenden Welle angebracht ist. Ein Riemen 34 erstreckt sich um die Riemenscheibe 33 und auch um eine Riemenscheibe 36, welche an einer Welle 37 angebracht ist. Am gegenüberliegenden Ende der Welle 37 ist eine weitere Riemenscheibe 38 angebracht, um die ein Riemen 39 läuft. Der Riemen 39 erstreckt sich zu einer weiteren Riemenscheibe 41 und treibt diese an, welche an einer Welle 42 angebracht ist. Die Welle 42 ist zur rotationsmäßigen Bewegung zwischen zwei parallelen Armen 43 gelagert. Die Arme 43 sind durch ein Querstrukturelement 45 in einer beanspruchten Beziehung festgelegt. Zwei beanspruchte kegelförmige konische Abrieb-"Räder" 44 sind an der Welle 42 festgelegt und werden rotationsmäßig durch den Motor 18 über die zuvor beschriebene Serie von Riemenscheiben, Riemen und Wellen angetrieben. Die "Räder" 44 werden verwendet, um Reifenmaterial von den Kanten der Reifenlauffläche auf den Reifen 13 abzuschleifen, wenn sie in Drehung versetzt und die Arme 43 durch eine pneumatische Kolben- und Zylinderanordnung 46 gegen den Reifen gezwungen werden. Die pneumatische Kolben- und Zylinderanordnung erstreckt sich zwischen einem Arm 47, der sich von einem der parallelen Schleifarmer 43 erstreckt, und der Hilsträgerstruktur 17, wie in Fig. 2 mit durchgezogenen Linien und in Fig. 1 mit gestrichelten Linien zu sehen. Die parallelen Abschleiftragerarme 43, die an dem oberen Ende der drehende Abschleifwelle 42 zwischen sich erstreckend haben, sind an dem unteren Ende an einer Welle 48 angelenkt, die an der Trägerstruktur 17 gelagert ist. Es ist zu sehen, daß, wenn die Kolbenstange veranlaßt wird, sich von der pneumatischen Anordnung 46 zu erstrecken, die Abschleif-"Räder" veranlaßt werden, sich in Gegenuhrzeigerrichtung um die Welle 48 zu drehen, wie es in Fig. 1 zu sehen ist, und zwar entgegen dem Umfang eines an dem Auswuchtgerät 11 montierten Reifens 13. Auf diese Weise können die Schleif-"Rä-

der" 44 veranlaßt werden, in Kontakt mit den Kanten der Lauffläche des Reifens 13 zu kommen, und zwar durch die Verlängerung der Kolbenstange aus der pneumatischen Anordnung 46. Die Schleif-"Räder" sind einstellbar und werden dann in beanspruchter Beziehung gemäß der Laufflächenbreite des Reifens festgelegt, der auf der Radauswuchtgerätswelle 14 montiert ist. Es wird angenommen, daß ein Schleifen der Kanten der Laufflächen auf dem Reifen zur Entfernung von Reifenmaterial von diesem wirkt, die Massenverteilung in dem Reifen zu ändern als auch die Federkonstanten der Reifenseitenwand durch Einstellen des radialen Profils in dem Bereich zu kompensieren, wo das Schleifen vollzogen wird.

Es ist anzumerken, daß die Schwenkwelle 28 im wesentlichen kollinear zu der Antriebswelle ist, die sich von dem Motor 18 erstreckt. Es ist auch anzumerken, daß die Leerlaufwelle 27 im wesentlichen kollinear zu der Schwenkwelle 48 für die schleifenden "Räder" ist. Diese mechanische Anordnung gestattet, daß sowohl die Rolle 24 als auch die Schleifräder 44 um ihre jeweiligen Schwenkwellen 28 und 48 gedreht werden können, ohne daß ein "Verkleben" bzw. "Binden" in den Riemenscheiben- und Antriebsriemenanordnungen zum Drehen der Belastungsrolle und der Schleifräder auftritt.

Fig. 3 zeigt, daß Luftdruck in einen Druckregler 49 eingeführt wird, welcher in der offenbarten Ausführungsform ein 100-psi-Regler ist. Ein elektrisch oder hydraulisch gesteuertes Ventil wie ein solenoid-betätigtes Ventil 51 wird in der Richtung des Pfeils 52 betätigt, um Druck in die Luftfeder 29 einzuführen. Die Luftfeder wird hierdurch veranlaßt, eine Kraft gemäß dem Reglerdruck zu liefern. Alternativ wird der Druck in der Luftfeder durch ein Steuerungsgerät 53 überwacht, welches den Druck in der Luftfeder am Druckeingang zu dieser sensiert, wie gezeigt in Fig. 3, um dadurch die Arme 26 zu veranlassen, in Uhrzeigerrichtung zu drehen und eine vorbestimmte Belastung gegen den Umfang des Reifens 13 durch Zwingen der Rolle 24 gegen diesen anzulegen. Die Bewegung der Rolle 24 radial auf dem Umfang des Reifens 13 bei Drehung des Reifens wird erfaßt durch den Versatzübertrager 31. Die Versatzmessung wird zu dem Steuerungsgerät 53 übertragen, wie gezeigt in Fig. 3.

Der Ausgang von dem Druckregler 49 ist, wie auch in Fig. 3 gezeigt, an einem durch das Steuerungsgerät 53 gesteuerten, doppelt wirkenden Solenoid-Ventil 54 angelegt, so daß eine Betätigung des Ventils in der Richtung des Pfeils 56 verursachen wird, daß sich der Kolben in der Pneumatikanordnung 46 verlängert bzw. erstreckt bzw. ausfährt, was wiederum die Schleif-"Räder" 44 veranlassen wird, sich gegen Uhrzeigerrichtung um die Schwenkwelle 48 zu drehen, wie es in Fig. 3 zu sehen ist, um die Kanten der Lauffläche eines Reifens 13, der auf dem Radauswuchtgerät 11 montiert ist, zu kontaktieren und Material von diesem abzuschleifen. Das Steuerungsgerät 53 wird von der Zeit unterrichtet, zu der die Schleif-"Räder" 44 in Kontakt zu den Reifen 13 gezwungen werden, und zwar durch Überwachen des Druckes zu bzw. von der Pneumatikanordnung 46, von der sich die Kolbenstange erstreckt. Das Volumen des von den Schleif-"Rädern" entfernten Materials wird durch das Steuerungsgerät unter Berücksichtigung der Zeit und des Druckes berechnet. Das Steuerungsgerät ist auch mit dem Auswuchtgerät 11 und dem (nicht gezeigten) Codierer in dem Auswuchtgerät verbunden, welcher die winkelmäßige Position der Auswuchtswelle 14 angibt. Auf diese Weise können die Schleifräder 44

an vorbestimmten Abschnitten des Reifenumfangs in Kontakt mit dem Reifen 13 gebracht werden, und zwar wie durch den Auswuchtgerätcodierer angezeigt. Die Schleifräder 44 werden vom Umfang des Reifens 13 abgezogen, indem das Solenoidventil 54 in Richtung des Pfeils 57 gezwungen wird, was veranlaßt, daß sich die von der pneumatischen Anordnung 46 erstreckende Stange zurückzieht, wodurch die Schleifradanordnung in Uhrzeigerrichtung um die Welle 48 dreht, wie es in Fig. 3 zu sehen ist. Es ist auch zu sehen, daß der von dem Steuerungsgerät 53 gesteuerte Motor 18 derart gesteuert wird, daß die Felgen- und Reifenanordnung durch Drehung der Belastungsrolle 24 auf dem Auswuchtgerät 11 in Drehung versetzt werden kann. Auf diese Weise kann die Felgen- und Reifenanordnung zur Anpassungsmontage und zu Radschleifoperationen durch die Belastungsrolle 24 und zur Massenunwuchtvermessung durch den (nicht gezeigten) in dem Auswuchtgerät 11 enthaltenen Motor in Drehung versetzt werden.

Unter Bezugnahme auf Fig. 4 wird nun der Prozeß beschrieben, durch den eine Felgen- und Reifenanordnung auf Vibrationscharakteristiken gemessen wird, während sie auf der Reifenauswuchtgerätwelle 14 montiert ist. Die Felgen- und Reifenanordnung wird auf der Welle 14 montiert und die Reifenanordnungsparameter wie der Felgendurchmesser, Felgenbreite, Felgenschlag (lateral und radial), Reifenseitenwandzustand, Felgen- und Reifenanordnungsschlag (lateral und radial) und Reifenauflächenzustand werden durch das in der zuvor erwähnten Patentanmeldung beschriebene Betrachtungssystem bzw. Vision-System gemessen, die vom Anmelder der vorliegenden Erfindung ist. Diese Messungen können durch eine alternative mechanische Einrichtung vollzogen werden, wie sie Fachleuten bekannt ist. Das durch die zuvor beschriebene Riemenscheiben- und Riemenanordnung angetriebene Lastrad 24 wird gegen den Umfang des Reifens 13 durch die Luftfeder 29 mit einer gewissen konstanten vorbestimmten Kraft gedrückt, die durch den Druckregler 49 oder das Steuerungsgerät 53 gesteuert wird, wie zuvor in Verbindung mit Fig. 3 beschrieben. Die Felgen- und Reifenanordnung wird in einem belasteten Zustand um zwei Umdrehungen gedreht und der radiale Schlag der Anordnung im Umfang des Reifens wird durch den Übertrager 31 gemessen. Die Ergebnisse der radialen Schlagmessungen für die zwei Umdrehungen werden verglichen, um zu sehen, ob die zwei Rotationsprofile im wesentlichen ähnlich sind. Wenn die zwei Profile nicht ähnlich sind, ist dies ein Anzeichen dafür, daß etwas in der Meßanordnung aufgetreten ist z. B. daß die Radanordnung lose an der Welle 14 montiert ist, so daß sie einer ausgeprägten radialen Bewegung auf der Welle ausgesetzt ist. In einem derartigen Fall sollte die Reifenanordnungs-Montagefestlegung auf der Welle 14 überprüft werden und das Programm der Fig. 4 am Ausgangspunkt neu begonnen werden. Wenn die zwei radialen Schlagprofile innerhalb vorbestimmter Toleranzen ähnlich sind, dann wird der Mittelwert der zwei Profile durch das Steuerungsgerät 53 berechnet. Der radiale Schlag am Umfang des Reifens wird eine Toleranz für einen akzeptierbaren Wert haben, um ein Fortsetzen des Prozesses zu gewährleisten. Z. B. kann das radiale Schlagmaximum 0,1 inches und ein Minimum 0,01 inches betragen. Wenn das Maximum überschritten wird, muß der Reifen oder die Felge ersetzt werden. Wenn die minimale ausgewählte Schlaggrenze nicht überschritten wird, dann sollte der Prozeß zur Messung der Massenunwucht in der Felgen- und Reifenanordnung auf dem Radauswuchtge-

rät 11 und zum Hinzugeben eines Kompensationsgewichtes bei den Positionen und in den Beträgen weitergehen, die von dem Radauswuchtgerät angezeigt sind, um die Radanordnung in akzeptierbare Toleranzen für die Betriebsvibrationscharakteristiken an einem Fahrzeug zu bringen. Wenn das berechnete mittlere Schlagprofil die vorbestimmten Grenzen überschreitet, dann wird der radiale Felgenschlag gemessen. Nach dem Messen des radialen Felgenschlages durch eine Einrichtung des Betrachtungssystems 16 oder einen der zuvor erwähnten alternativen Mechanismen kann nun der radiale Schlag des Reifens 13 berechnet werden. Der radiale Reifenschlag ist die Differenz zwischen dem Felgen- und dem Felgen- und Reifenanordnungsschlag über eine ganze Umdrehung. Die radialen Schlaggrenzen werden für die Felge eingerichtet. Solche Grenzen sind beispielsweise 0,04 inches für Stahlfelgen oder 0,03 inches für Legierungs- oder dekorative Felgen. Wenn die gemessene Felgenschlaggrenze überschritten ist, fordert der Prozeß ein Austauschen der Felge. Wenn die Felgenschlaggrenze nicht überschritten wird, untersucht der Prozeß als nächstes, ob die Reifenschlaggrenze überschritten wurde. Ein typisches Reifenschlagmaximum, wie durch einige Reifenhersteller etabliert, beträgt 0,06 inches. Wenn die radiale Schlaggrenze für den Reifen überschritten wird, sieht der Prozeß einen Ersatz des Reifens vor. Wenn die Reifenschlaggrenze nicht überschritten wird, zieht der Prozeß als nächstes in Betracht, ob vielleicht durch eine Anpassungsmontage des Reifens auf der Felge irgendein Vorteil zu erzielen ist. Wenn ein solcher Anpassungsmontagenvorteil nicht zu erzielen ist, enthält der Prozeß eine Anfrage, ob ein Anpassungsschleifen gewünscht ist. Für den Fall, daß ein solches Anpassungsschleifen nicht gewünscht ist, geht der Prozeß über zum Drehen und zur Messung der Massenunwucht von Felgen- und Reifenanordnung auf der Welle 14 des Radauswuchtgerätes 11 zusammen mit dem Hinzugeben bzw. dem Anbringen von Unwuchtkorrekturgewichten. Wenn ein Anpassungsschleifen gewünscht ist, fährt der Prozeß fort mit A in Fig. 6, was nachstehend beschrieben werden wird. Wenn ein Anpassungsmontagenvorteil zu erzielen ist und eine Anpassungsmontage durch die Bedienperson des Systems gewünscht ist, wird das System hiervon informiert und der Prozeß geht weiter zu B, Fig. 5, was ebenfalls nachstehend beschrieben werden wird. Wenn eine Anpassungsmontage nicht erwünscht ist, fährt der Prozeß somit fort mit der Anfrage, ob ein Anpassungsschleifen gewünscht ist. Für den Fall, daß die Antwort "nein" ist, wird die Unwuchtmessung vollzogen, wie zuvor beschrieben, oder der Prozeß geht weiter zu A, Fig. 6, zum Anpassungsschleifen, wie zuvor erwähnt, für den Fall, daß die Antwort "ja" sein sollte.

Fig. 5 zeigt den für den Fall involvierten Prozeß, bei dem eine Anpassungsmontage des Reifens 13 auf der Felge 12 gewünscht ist. Sowohl die Reifen- als auch die Felgen-Radialschlagmessungen sind erhalten worden, wie zuvor beschrieben wurde, und die Schlagdaten werden von dem Steuerungsgerät 53 angefordert. Das Steuerungsgerät berechnet eine beste Lösung auf der Basis der geringsten Fehlerquadrate zwischen den Radialschlagkurven für eine volle Umdrehung der Felge 12 und des Reifens 13. Diese Berechnung der besten Lösung auf der Basis der geringsten Quadrate für die Radialschlagkurven der Felgen und des Reifens minimiert Kraftspitzen oder große Unterschiede zwischen den zwei Kurven. Dieses Ergebnis folgt, da die Kraft proportional zur Reifenfederkonstante und dem Versatz ist,



wobei die Fehlerrate primär die Federrate der Seitenwand des Reifens und wobei der Versatz jener ist, der durch den Versatzübertrager 31 an Punkten am Umfang des Reifens gemessen ist. Das Verfahren zur Ermittlung der besten Lösung auf der Basis der kleinsten Quadrate zum Anpassen der Felgen- und Reifenradialschlagkurven ist dem Verfahren des Anpassens der Flächen unter den Kurven überlegen, da eine visuelle Reduktion der Fläche, die zwischen den Kurven durch Wechseln der relativen Phasenbeziehung der Kurven besteht, nicht auf die Reduktion der Amplitude des Versatzes abzielt, die zwischen den Kurven verbleibt, was wiederum proportional zu der Kraft ist, die durch Radialschlag hervorgerufen ist. Ein Minimieren des Versatzes, wie in der hier beschriebenen Erfindung ausgeführt, ist äquivalent dem Minimieren einer Kraft, die äquivalent ist, zur optimalen Minimierung von Betriebsvibrationscharakteristiken in einer Felgen- und Reifenanordnung. Das Verfahren der besten Lösung auf der Basis der geringsten Quadrate zwischen zwei Kurven ist beschrieben in Schaum's "Outline of Theory and Problems of Probability and Statistics", Ray R. Spiegel, PhD, Mc Graw Hill Book Company, Seiten 259—261, und im "Mechanical Design and Systems Handbook", Harold A. Rothbart, Mc Graw Hill Book Company, Seiten 1—84.

Das folgende ist eine Beschreibung eines praktischen Ansatzes zum Erhalten der besten Lösung auf der Basis der geringsten Quadrate zwischen der Felgen- und der Felgen- und Reifenanordnungs-Schlagkurve. Das linke und das rechte Felgenprofil werden gemessen. Der Mittelwert des linken und des rechten Felgenprofils wird berechnet. Das Reifenprofil wird gemessen während der Reifen auf der Felge montiert ist, wobei die Radanordnung mit dem Belastungsrad 24 belastet wird. Für jedes Reifen- und Felgenprofil wird der mittlere Schlagwert berechnet und jenem Mittelwert wird ein Wert von 0 zugewiesen. Dies führt zu einer Kurve für die Felge und für die montierte Felgen- und Reifenanordnung, die etwa gleiche positive und negative Kurvenflächen haben. Allen Felgenradialschlag- und Felgen/Reifenanordnungsradialschlagkurven wird dieselbe Anzahl von benannten Datenpunkten zugewiesen, z. B. 16. Felgendatenpunkt Nr. 1 wird an den Reifendatenpunkt 1 angepaßt, die zwei Datenpunktwerte werden subtrahiert und die Differenz wird quadriert. Dieser Prozeß wird für jeden der Datenpunkte 2—16 für die Felge und die Felgen/Reifenanordnung wiederholt. Die Quadrate der Differenzen von allen Datenpunkten wird für diesen ersten Satz von Anpassungspunkten aufsummiert. Felgendatenpunkt Nr. 1 wird an Datenpunkt Nr. 2 angepaßt (effektives Verschieben der Reifen/Felgenanordnung-Datenpunkte, um eine Datenposition zur linken bezüglich der Felgendatenpunkte). Die Differenz zwischen Reifendatenpunkt Nr. 2 und Felgendatenpunkt Nr. 1 wird berechnet, quadriert und der Prozeß für diesen zweiten Satz von Datenpunkten wiederholt, d. h. Anpassen von Felgendatenpunkt Nr. 2 mit Reifendatenpunkt Nr. 3; Felgendatenpunkt Nr. 3 mit Reifendatenpunkt Nr. 4, etc. Die Quadrate der Differenzen aller Datenpunkte zu diesem zweiten Satz von Anpassungspunkten wird aufsummiert. Der vorangegangene Prozeß wird für einen dritten Satz von Datenpunkten wiederholt, wobei anfänglich Felgendatenpunkt Nr. 1 auf Reifendatenpunkt Nr. 3 angepaßt wird usw. Die Differenzen aller 16 Datenpunktsätze werden berechnet, quadriert und aufsummiert um einen dritten Satz von Quadraten der Differenzen der Datenpunkte zu erhalten. Der vorstehende Prozeß wird für alle Kombinationen

von Felgen- und Felgen/Reifendatenpunkten wiederholt, 16 bei diesem Beispiel. Einer der Sätze der Summe der Quadrate wird ein Minimum sein. Diese Minimumsumme wird die winkelmäßige Anpassungsbeziehung zwischen der Felge und dem Reifen unter Lieferung der geringsten Kraftspitze (die proportional ist zur kleinsten Versatzspitze) für die Felgen- und Reifenanordnung identifizieren. Wenn z. B. die kleinste Summe der Quadrate erhalten wird, wenn der Felgendatenpunkt Nr. 1 an den Reifendatenpunkt Nr. 7 angepaßt ist, sollte die winkelmäßige Reifenposition, die durch Reifendatenpunkt Nr. 7 identifiziert ist, mit der winkelmäßigen Felgenposition ausgerichtet werden, die durch Felgendatenpunkt Nr. 1 identifiziert ist. Dies ist eine vereinfachte Beschreibung für diesen besonderen Fall des Verfahrens zur Ermittlung der besten Lösung auf der Basis der geringsten Quadrate, die in den oben zitierten Textstellen beschrieben ist.

Es ist anzumerken, daß die Messung des Radialschlags üblicherweise bei einer Reifengeschwindigkeit von 60 Umdrehungen/Min. ausgeführt wird. Diese relativ geringe Geschwindigkeit dient zu dem Zweck, die Rolle 24 davon abzuhalten, sich in den Reifen zu "setzen" bzw. sich auf dem Reifen zu beruhigen, und gestattet, daß die Rolle dem Profil des Reifens folgt.

Unter erneuter Bezugnahme auf Fig. 5, nach der die Berechnung zur Ermittlung der besten Lösung auf der Basis der geringsten Fehlerquadrate zwischen dem Radialschlag des Reifens und der Felge errechnet worden ist, involviert der Prozeß das Markieren des Reifens an dem Punkt, zu dem der Reifen gedreht werden sollte, um mit der Ventilposition an der Felge übereinzustimmen. Das Auswuchtgerät 11 wird in einen Stand-by-Modus gesetzt, während die Luft aus dem Reifen abgelassen wird, die Wulste werden gebrochen bzw. aufgebogen, der Reifen wird bewegt, damit sich die Markierung mit dem Felgenventil ausrichtet, und der Reifen wird erneut mit Luft gefüllt. Das Auswuchtgerät wird aus dem Stand-by-Zustand per Instruktion geholt und die Radanordnungsparameter, die automatisch in das Systemsteuerungsgerät 53 durch das Beobachtungssystem 16 (oder eine andere Einrichtung) eingegeben sind, werden überprüft. Erneut wird die Belastungsrolle 24 in Kontakt mit dem Umfang der eingestellten Felgen- und Reifenanordnung gezwungen und der belastete Radialschlag wird erneut gemessen. Wenn der Radialschlag der Anordnung nun akzeptierbar ist, fährt der Prozeß mit E fort (Fig. 4), nämlich die Messung der Anordnungsunwucht und die Korrektur über das Hinzufügen einer Unwuchtkompensationsmasse. Wenn die Anordnung jedoch nicht innerhalb akzeptierbarer Grenzen ist, fragt der Prozeß an, ob der belastete Radialschlag wie vorhergesagt ist. Für den Fall, daß der Schlag nicht ist, wie vorhergesagt, wird beschlossen, daß die Anpassungsmontage ungeeignet war und geeignete Instruktionen werden der Bedienperson von dem Steuerungsgerät 53 geliefert. Wenn der Radialschlag andererseits ist wie vorhergesagt, fragt der Prozeß an, ob ein Anpassungsschleifen erwünscht ist. Eine negative Antwort veranlaßt, daß der Prozeß mit der Unwuchtmessung und -kompensation fortfährt, wie zuvor beschrieben für Eingangspunkt E. Wenn das Anpassungsschleifen gewünscht ist, fährt der Prozeß mit A in Fig. 6 fort.

Das Anpassungsschleifen wird ausgelöst, wie in Fig. 6 gezeigt, und das Belastungsrad 24 wird auf den Umfang der Felgen- und Reifenanordnung angelegt, wie zuvor in Verbindung mit Fig. 3 beschrieben. Zwei gesamte Radanordnungsprofile werden gemessen und aufgezeich-

net und es wird angefragt, ob dies die Anordnungsprofil-  
ausgangsmessung ist. Wenn dies die erste Profilmessung  
in dem Anpassungsschleifabschnitt des Prozesses ist,  
wird dann abgefragt, ob die zwei Profile innerhalb vor-  
bestimmter Toleranzen ähnlich sind oder nicht. Wenn  
die Profile, wie zuvor in Verbindung mit Fig. 4 beschrie-  
ben, bis zu einem nicht akzeptierbaren Grad unähnlich  
sind, wird die Reifenanordnungsmontage auf der Welle  
14 überprüft, korrigiert wenn notwendig, und der An-  
passungsschleifprozeß wird erneut initiiert, wie in Fig. 6  
gezeigt. Wenn die zwei Profile alternativweise inner-  
halb der vorbestimmten Toleranzen für die Ähnlichkeit  
ähnlich sind, was etwa 0,01 inches betragen kann, wird  
der Mittelwert der zwei Profile berechnet und mit Profil  
Nr. 0 bezeichnet. Hiernach wird der Bereich von Profil 0  
bestimmt, der das Differenzial zwischen den hohen und  
den tiefen Punkten auf der Mittelwertkurve ist, die das  
Profil 0 darstellt. Akzeptierbare Bereiche können inner-  
halb 0,01 bis 0,015 inches liegen. Wenn der Bereich ak-  
zeptierbar ist, fährt der Prozeß mit der Messung der  
Unwucht und deren Korrektur fort, wie es bei E in Fig. 4  
zu sehen ist. Wenn der Bereich nicht akzeptierbar ist,  
werden etwa die oberen 25% des Profils markiert, wie  
es z. B. in Fig. 9 zu sehen ist. Die zwei Spitzen in der  
Profilkurve, von denen sich eine 15% gegenüber dem  
Gesamtumfang erstreckt und die andere sich 10% ge-  
genüber dem Gesamtumfang erstreckt, werden durch  
das Steuerungsgerät 53 identifiziert und das Steue-  
rungsgerät veranlaßt die Schleifräder 44, daß diese,  
während sie in Drehung versetzt sind, den Umfang des  
Reifens bei dem infizierten 15%- und dem 10%-Ab-  
schnitt (gesamt 25%) des Reifenumfangs berühren. Der  
Prozeß wird dann abgefragt, ob die dem Schleifen zuge-  
wiesene Zeitgrenze abgelaufen ist. Wenn die Antwort  
"ja" ist, fährt der Prozeß mit E in Fig. 4 fort, wie zuvor  
beschrieben wurde. Wenn die Zeitgrenze noch nicht ab-  
gelaufen ist, wird der Prozeß abgefragt, ob der maximal  
zulässige Betrag (vorbestimmt) an Reifenmaterial ent-  
fernt worden ist. Wenn der maximale Betrag an Materi-  
al entfernt worden ist, fährt der Prozeß mit E, Fig. 4,  
fort. Wenn nicht, kehrt der Prozeß zurück, um das bela-  
stete Reifenprofil für zwei Umdrehungen zu messen und  
aufzuzeichnen. In diesem Fall ist dies nicht die Profilaus-  
gangsmessung in der Anpassungsschleifprozedur und  
die Profilnummer wird mit der nächsten Profilnummer  
bezeichnet, in diesem Beispiel Profilnummer 1. Der Be-  
reich von Profilnummer 1 wird bestimmt, wie zuvor  
beschrieben, und der Prozeß beinhaltet dann eine Ab-  
frage, ob der aktuelle Bereich akzeptierbar ist. Für den  
Fall, daß der Bereich akzeptierbar ist, fährt der Prozeß  
mit E, Fig. 4, fort. Wenn der Bereich nicht akzeptierbar  
ist, wird das Verhältnis dieses Bereiches zu dem vorher-  
gehenden Bereich verglichen. Wenn jener Bereich nicht  
geringer ist als 1 wenn das Schleifen von Profilnummer  
1 nicht eine gewisse Verbesserung geliefert hat, wird die  
Bedienperson aufgefordert, die Prozeßstörung zu besei-  
tigen, da das Ergebnis unerwartet ist. Wenn das Verhält-  
nis des Bereichs von Profil 1 zu Profil 0 geringer ist als 1,  
dann wird das Delta-Profil berechnet. Das Delta-Profil  
ist in Fig. 9 unterhalb des zuvor beschriebenen Profils  
gezeigt. Das Delta-Profil wird von dem Steuerungsgerät  
53 berechnet, in dem auf die Änderung im Profil 1 ver-  
glichen zu Profil 0 gesehen wird und die Winkeldifferenz  
oder Phasenverschiebungen  $\Phi_1$  und  $\Phi_2$  notiert werden,  
wie in Fig. 9 gezeigt.  $\Phi_1$  und  $\Phi_2$  stellen Winkeldifferen-  
zen zwischen den beabsichtigten Bodenabschnitten von  
Profil 0 und den tatsächlichen Bodenabschnitten dar,  
wie gemessen in Profil Nr. 1. Das Steuerungsgerät 53

enthält Daten, die eine akzeptierbare Phasenverschie-  
bung oder ein akzeptierbares Delta-Profil darstellen.  
Wenn das Delta-Profil mit den vorherigen oberen 25%  
korreliert, die zum Schleifen in das Profil 0 innerhalb der  
vorbestimmten Grenzen für  $\Phi_1$  und  $\Phi_2$  markiert sind,  
werden die oberen 25% von Profil 1 markiert oder auf-  
gezeichnet zum Schleifen durch das Steuerungsgerät 53.  
Wenn das Delta-Profil außerhalb der vorbestimmten  
Grenzen zur Korrelation mit den 25% liegt, die zum  
Schleifen in Profil 0 markiert sind, fordert das System  
eine Beseitigung der Störung aufgrund unerwarteter  
Ergebnisse an. Wenn die in Profil Nr. 1 markierte Fläche  
zu den vorherigen Flächen korreliert, die in Profil 0  
markiert sind, dann sind die oberen 25% von Profil 1 der  
Boden. Wenn dies nicht der Fall ist, dann hat das Schle-  
ifen von Profil 0 offenbar neue tiefe Punkte in dem Profil  
erzeugt, die Ergebnisse sind unerwartet und die Bedien-  
person wird instruiert, die Prozeßstörung zu beseitigen.  
Wie bei dem Schleifen von Profil 0, gefolgt vom Schle-  
ifen von Profil Nr. 1 wird eine Anfrage hinsichtlich des  
Ablaufes der maximalen Zeitgrenze zum Schleifen und  
der maximalen Materialentfernung vollzogen. Ein "ja"  
auf eine der Anfragen führt dazu, daß der Prozeß mit E,  
Fig. 4, für die Unwuchtmessung und -korrektur fort-  
fährt. Andererseits setzen negative Antworten auf diese  
zwei Anfragen den Anpassungsschleifabschnitt des Pro-  
zesses zurück auf die belastete Profilmessung von  
Fig. 6. Der Prozeß des Anpassungsschleifens wird wie-  
derholt, bis der Bereich als akzeptierbar betrachtet  
wird, die Zeitgrenze zum Anpassungsschleifen abgelaufen  
ist oder das maximale Reifenmaterial entfernt worden  
ist.

Unter Bezugnahme auf Fig. 7 wird nun das Pro-  
gramm für die Vibrationsdiagnostik beschrieben. Zu-  
nächst werden das Vibrationskennzeichen, z. B. die Ge-  
schwindigkeit, bei der die Vibration auftritt, oder ir-  
gendwelche verdächtigen Teile der Aufhängung, wo die  
Vibration auftritt, eingegeben. Es werden vorab Über-  
prüfungen und -dienste für jede der Fahrzeuganordnun-  
gen durchgeführt. Die vorliegende Reifenposition wird  
auf der Felge markiert und die vorliegende Radmutter-  
position relativ zum Felgenventil wird markiert. Die  
Radanordnungs-Fahrzeugposition (links vorne etc.)  
wird gekennzeichnet. Die Radanordnung wird dann auf  
dem Auswuchtgerät 11 montiert. Der belastete Radial-  
schlag der Radanordnung wird dann gemessen, wie zu-  
vor beschrieben zu Fig. 4. Die Radanordnungsunwucht  
wird dann gemessen. Das belastete Radanordnungs-  
schlagprofil und der belastete Schlagbetrag zusammen  
mit dem Unwuchtbetrag werden angezeigt. Aus dem  
System wird mittels einer Anzeige oder eines Ausdruk-  
kes eine empfohlene Korrekturaktion erhalten und die  
empfohlene Korrekturaktion, die Radanordnungsun-  
wuchtkorrektur, die Radanordnungsanpassungsmonta-  
ge und/oder das Radanordnungsanpassungsschleifen  
werden durchgeführt. Das Rad wird dann an dem Fahr-  
zeug ersetzt. Wenn es eine signifikante Verbesserung in  
jener Radanordnung gegeben hat, wird das Fahrzeug  
probegefahren. Wenn das Problem nicht mehr vorliegt,  
wird der Prozeß angehalten. Wenn es mittels des Be-  
triebs an der ersten Radanordnung keine signifikante  
Verbesserung gibt oder wenn das Problem noch exi-  
stiert, wird abgefragt, ob dies das letzte Rad an dem  
Fahrzeug ist, was zu analysieren ist. Wenn es nicht das  
letzte Rad ist, wird das nächste Rad genommen und die  
zuvor erwähnten Vibrationsdiagnostikschritte werden  
über eine Bestimmung, ob eine signifikante Verbesse-  
rung durch die Operationen an dieser Radanordnung

erhalten worden sind oder nicht, durchgeführt. Wie zuvor, wenn eine signifikante Verbesserung an der Radanordnung aufgetreten ist, wird das Fahrzeug probegefahren und wenn das Problem verschwunden ist, wird der Prozeß angehalten. Wiederum wird, wenn keine signifikante Verbesserung auftritt oder das Problem noch existiert, das nächste Rad von dem Fahrzeug genommen bzw. erhalten und der Diagnostikprozeß wird wiederholt, bis dies das letzte Rad an dem Fahrzeug ist. Wenn das letzte Fahrzeugrad dem zuvor in Verbindung mit Fig. 7 beschriebenen Diagnostikprozeß ausgesetzt worden ist und wenn das Problem immer noch existiert, wird die Unwucht der Reifen an dem Fahrzeug gemessen und korrigiert. Wenn die Wucht bzw. Unwucht unterhalb einer akzeptierbaren Schwelle ist, wird das Fahrzeug probegefahren. Wenn die Unwucht der Räder immer noch über der akzeptierbaren Schwelle liegt oder wenn das Problem fort dauert, könnten die Räder auf der Radnabe neu positioniert werden müssen. Wenn die Wucht bzw. Unwucht nun unterhalb der akzeptierbaren Schwelle liegt, wird der Prozeß angehalten. Wenn die Wucht bzw. Unwucht immer noch nicht unterhalb der akzeptierbaren Schwelle liegt, werden die Fahrzeugantriebskette, Naben- oder Bolzenkonzentritäten und der laterale Radschlag untersucht. Zusätzlich können in einem letzten Versuch die Fahrzeugräder von einem Ende des Fahrzeugs zum anderen transferiert werden, um in dem Fahrzeug akzeptierbare Betriebsvibrationscharakteristiken zu erhalten.

Unter Bezugnahme auf Fig. 8 werden gewisse Reifen- und Radfehlerdiagnosen beschrieben. Ein dimensionsmäßiges Aufzeichnen bzw. Katalogisieren der Reifen- und Radanordnung wird initiiert, was das Inspizieren des Reifens von dem Wulstsitz bis zur Lauffläche involviert, während die Radanordnung über alle Codierpositionen der Welle 14 gedreht wird. Hiernach werden die Wulstsitzringe und die Seitenwände auf profilförmige Veränderungen an der Radfelge untersucht. Dann werden "einzelne Druckdefekte" inspiziert, wobei solche Oberflächenformen an dem Reifen gesucht werden, die für bekannte Problemtypen eigentümlich sind. Diese Inspektionen oder Untersuchungen können mit dem Betrachtungssystem 16 durchgeführt werden. Der Radial- und der Lateralschlag der Felge werden gemessen und der radiale und der laterale Schlag der unbelasteten Felgen- und Reifenanordnung werden gemessen. Wie zuvor beschrieben, werden der radiale und der laterale Schlag des Reifens aus den Felgen- und Anordnungsschlagmessungen berechnet. Eine Laufflächenabnutzungsanalyse am Umfang des Reifens 13 wird unter Verwendung des Betrachtungssystems 16 durchgeführt. Die Ergebnisse der dimensionsmäßigen Katalogisierung werden angezeigt und es wird eine Aktion empfohlen.

Die Kraftkatalogisierungsdiagnose wird initiiert durch Anlegen der Belastungsrolle auf den Umfang des Reifens 13 mit einer vorbestimmten Kraft, wie zuvor beschrieben. Das belastete Felgen- und Reifenanordnungsprofil wird aufgezeichnet und die Belastungsrolle wird entfernt. Das unbelastete Profil der Felgen- und Reifenanordnung wird auch aufgezeichnet und es wird eine Inspektion der Wulstsitz-Indikationsringe und der Seitenwandprofile vorgenommen. Eine "einzelne Druckdefektanalyse" wird durchgeführt durch Suchen nach Oberflächenformen, die für bekannte Problemtypen charakteristisch sind. Es werden der radiale und der laterale Schlag der Felge gemessen und der radiale und der laterale Schlag der Felgen- und Reifenanordnung

gemessen. Der radiale und der laterale Schlag des Reifens wird berechnet, wie zuvor beschrieben. Die Belastungsrolle 24 wird auf den Umfang des Reifens 13 angelegt und der Felgen- und Reifenanordnungsschlag wird gemessen. Der belastete Radialschlag des Reifens wird berechnet. Eine Reifenseitenwandfederkonstanten-Gleichförmigkeitsüberprüfung wird durchgeführt. Dies zieht das Bestimmen des Betrages der Differenz in der Reifenseitenwandfederkonstante bei einem gegebenen Druck über eine gesamte Umdrehung der Felgen- und Reifenanordnung nach sich. Die Ergebnisse werden angezeigt und es werden Empfehlungen für eine von der Bedienperson vorzunehmende Aktion hiernach auf einer Anzeige oder einem Ausdruck abgegeben.

Unter Fortsetzung der Bezugnahme auf Fig. 8 wird dann die Strukturdefekt-Fehlerdiagnose vollzogen. Der Reifendruck wird auf 18 psi gesetzt. Die Belastungsrolle 24 wird auf den Umfang des Reifens angelegt, wie zuvor beschrieben. Das belastete Anordnungsprofil wird gemessen. Die Belastungsrolle 24 wird von der Peripherie des Reifens entfernt. Das unbelastete Profil des Reifens von dem Wulstsitz zur Lauffläche wird für alle Positionen des Codierers an der Welle 14 inspiziert. Die Reifensitz-Indikationsringe werden mit Seitenwand- und Laufflächenprofilformvariationen inspiziert. Eine "einzelne Druckdefektanalyse" wird durchgeführt durch Absuchen des Reifens auf Oberflächenformen, die für bekannte Problemtypen bekannt sind. Der radiale und der laterale Schlag der Felge wird gemessen. Der radiale und der laterale Schlag der unbelasteten Felgen- und Reifenanordnung wird gemessen und der radiale und der laterale Schlag des Reifens wird berechnet, wie zuvor beschrieben. Die Belastungsrolle 24 wird auf den Umfang des Reifens 13 angelegt und der Felgen- und Reifenanordnungsschlag wird gemessen. Der belastete Reifenradialschlag wird berechnet. Eine Reifenseitenwandfederkonstanten-Gleichförmigkeitsüberprüfung wird vorgenommen. Der Reifendruck wird auf 35 psi erhöht und der vorstehende Abschnitt des Prozesses zur strukturellen Defektfehleranalyse wird wiederholt. Hiernach wird eine "duale Druckdefektanalyse" durchgeführt durch Berechnen der Veränderung im unbelasteten Profil zwischen der 18- und der 35-psi-Inspektion. Schwachpunkte in dem Reifen 13 werden eine größere Veränderung zeigen. Eine Überprüfung auf Korrelation zwischen der einzelnen und der dualen Defektanalyse wird vorgenommen. Die Ergebnisse der strukturellen Defektanalyse werden angezeigt und der Bedienperson werden Empfehlungen zur Aktion gegeben, wenn irgendeine erforderlich ist.

Obwohl hier der beste Modus zum Ausführen der vorliegenden Erfindung gezeigt und beschrieben worden ist, ist doch offensichtlich, daß Modifikationen und Variationen vorgenommen werden können, ohne den Gegenstand der Erfindung zu verlassen.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Einstellen einer Felge und eines Reifens, zusammengebaut in einer ersten positionsmäßigen Beziehung, derart, daß die Anordnung aus Felge und Reifen innerhalb akzeptierbarer Radialschlag- und Unwuchtgrenzen ist, mit den Schritten: Messen des Radialschlags von Felge und Reifen in der ersten positionsmäßigen Beziehung für zumindest eine Umdrehung. Vergleichen des gemessenen Radialschlags mit den akzeptierbaren Schlaggrenzen.

Messen des Felgenradialschlags für zumindest eine Umdrehung, wenn die gemessene Radialschlaggrenze in der ersten positionsmäßigen Beziehung überschritten ist,  
 Berechnung einer besten Lösung auf der Basis der geringsten Quadrate für eine zweite positionsmäßige Beziehung zwischen Felge und Reifen, und zwar unter Verwendung der Radialschlagmessungen für Felge und Reifen sowie für die Felge, rotationsmäßiges Einstellen des Reifens auf der Felge auf die zweite positionsmäßige Beziehung, wenn eine hinreichende radiale Schlagverbesserung vorhergesagt wird.  
 2. Verfahren nach Anspruch 1, mit den Schritten:  
 Messen des Radialschlags von Felge und Reifen in der zweiten positionsmäßigen Beziehung für zumindest eine Umdrehung,  
 Anpassungsschleifen des Reifens, wenn eine hinreichende Verbesserung im Radialschlag vorhergesagt ist,  
 Messen der Unwucht von Felge und Reifen, und Anbringen einer Masse an der Felge, um die Unwucht zu korrigieren, wenn die Unwuchtgrenze überschritten ist.  
 3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die akzeptierbaren Radialschlaggrenzen akzeptierbare belastete Radialschlaggrenzen sind und wobei der Schritt des Messens des Radialschlags von Felge und Reifen den Schritt des Messens des belasteten Radialschlags von Felge und Reifen im Zusammenbau in der ersten als auch der zweiten positionsmäßigen Beziehung umfaßt.  
 4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die Schritte des Messens des belasteten Radialschlags von Felge und Reifen die Schritte des Messens eines Radialschlagprofils für zumindest zwei Umdrehungen und das Berechnen des mittleren Profils für die Verwendung in dem Schritt des Berechnens umfassen.  
 5. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Schritte des Messens des Radialschlags von Felge und Reifen die Schritte des Messens eines Radialschlagprofils für zumindest zwei Umdrehungen und das Berechnen des mittleren Profils zur Verwendung beim Schritt des Berechnens umfassen.  
 6. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Schritt des Messens des Felgenradialschlags die Schritte des Messens des Radialschlags des inneren Wulstsitzes, des Messens des Radialschlags des äußeren Wulstsitzes und des Berechnens des mittleren Wulstsitzradialschlags zur Verwendung beim Schritt des Berechnens umfaßt.  
 7. Verfahren nach Anspruch 2, wobei der Schritt des Anpassungsschleifens die Schritte aufweist:  
 Messen eines ersten belasteten Radialschlagprofils, Bestimmen, ob das erste Radialschlagprofil innerhalb der akzeptierbaren Grenzen ist,  
 Kennzeichnen des hohen Abschnittes des ersten Schlagprofils,  
 Schleifen des hohen Abschnittes des ersten Schlagprofils, wenn das erste Profil nicht innerhalb der akzeptierbaren Grenzen ist,  
 Messen des Bodenprofils,  
 Bestimmen, ob das Bodenprofil innerhalb der akzeptierbaren Grenzen ist,  
 Bestimmen, ob das Bodenprofil eine Verbesserung gegenüber dem ersten Schlagprofil ist, wenn das Bodenprofil nicht innerhalb der akzeptierbaren

Grenzen ist,  
 Berechnen der Profilveränderung, wenn das Bodenprofil eine Verbesserung ist,  
 Vergleichen der Profilveränderung mit dem gekennzeichneten hohen Abschnitt des ersten Schlagprofils,  
 Kennzeichnen des hohen Abschnittes des Bodenprofils, wenn die Profilveränderung mit dem hohen Abschnitt des ersten Schlagprofils korreliert, und Schleifen des gekennzeichneten hohen Abschnittes des Bodenprofils.  
 8. Verfahren nach Anspruch 2, wobei der Schritt des Anpassungsschleifens den Schritt beinhaltet, das Schleifen bei Entfernung einer vorbestimmten maximalen Menge an Reifenmaterial zu beenden.  
 9. Verfahren nach Anspruch 2, wobei der Schritt des Anpassungsschleifens den Schritt aufweist, das Schleifen bei Ablauf einer vorbestimmten maximalen Zeitspanne in dem Anpassungsschleifenschritt zu beenden.  
 10. Verfahren nach Anspruch 1 mit dem Schritt, eine Vibrationsanalyse von Felge und Reifen durchzuführen.  
 11. Verfahren nach Anspruch 1 mit dem Schritt, eine strukturelle Defektanalyse durchzuführen.  
 12. Verfahren nach Anspruch 1 mit dem Schritt, eine Kraftkatalogisierungsanalyse durchzuführen.  
 13. Verfahren nach Anspruch 1 mit dem Schritt, eine dimensionsmäßige Katalogisierungsanalyse durchzuführen.  
 14. Verfahren zum Diagnostizieren und Einstellen einer Felge und eines Reifens, zusammengebaut in einer ersten positionsmäßigen Beziehung, derart, daß der Zusammenbau aus Felge und Reifen innerhalb akzeptierbarer Betriebsgrenzen gebracht wird, mit den Schritten:  
 Erfassen des unbelasteten Reifenprofils für den gesamten Umfang,  
 Inspizieren der erfaßten Seitenwand des Reifens auf geeigneten Wulstsitz und auf Oberflächendefekte,  
 Messen des unbelasteten Schlags von Felge und Reifen in der ersten positionsmäßigen Beziehung,  
 Berechnen des Schlags des Reifens aus der unbelasteten Schlagmessung von Felge und Reifen in der ersten positionsmäßigen Beziehung,  
 Durchführung einer Laufflächenabnutzungsanalyse aus der unbelasteten Schlagmessung und Anpassen von Felge und Reifen in einer zweiten positionsmäßigen Beziehung, Anpassungsschleifen des Reifens und Anbringen einer Masse, um eine Felgen- und Reifenunwucht zu korrigieren, und zwar nach Anforderung durch die vorhergehenden dimensionsmäßigen Katalogisierungsschritte, um Felge und Reifen zwischen akzeptierbare Grenzen zu bringen.  
 15. Verfahren zum Diagnostizieren und Einstellen einer Felge und eines Reifens, zusammengebaut in einer ersten positionsmäßigen Beziehung, derart, daß der Zusammenbau aus Felge und Reifen zwischen akzeptierbare Betriebsgrenzen gebracht wird, mit den Schritten:  
 Messen des belasteten Radialprofils von Felge und Reifen in der ersten positionsmäßigen Beziehung für das gesamte Profil,  
 Erfassen des unbelasteten Reifenprofils für den gesamten Umfang,  
 Inspizieren des erfaßten Profils auf geeigneten

Wulstsitz und auf Oberflächendefekte,  
 Messen des unbelasteten Schlags von Felge und  
 Reifen in der ersten positionsmäßigen Beziehung,  
 Berechnen des Schlags des Reifens aus der unbelas-  
 teten Schlagmessung von Felge und Reifen in der 5  
 ersten positionsmäßigen Beziehung,  
 Messen des belasteten Radialschlags von Felge und  
 Reifen in der ersten positionsmäßigen Beziehung,  
 und  
 Anpassen von Felge und Reifen in einer zweiten 10  
 positionsmäßigen Beziehung, Anpassungsschleifen  
 des Reifens und Anbringen einer Masse, um eine  
 Felgen- und Reifenunwucht zu korrigieren, und  
 zwar wie angezeigt durch die Ergebnisse der vor-  
 herigen Schritte, um die Felge und den Reifen zwi- 15  
 schen akzeptierbare Betriebsgrenzen zu bringen.  
 16. Verfahren nach Anspruch 15, mit den Schritten  
 des anfänglichen Füllens des Reifens mit Luft auf  
 einen ersten Druckpegel, hiernach Füllen des Rei-  
 fens auf einen zweiten Druck, und 20  
 Wiederholen der Schritte nach Anspruch 15, wobei  
 der Schritt des Inspizierens des erfaßten Seiten-  
 wandprofils Schritte des Inspizierens bei dem er-  
 sten und dem zweiten Druckpegel aufweist, und  
 Korrelieren von Wulstsitz- und Oberflächendefek- 25  
 ten bei dem ersten und dem zweiten Druckpegel.  
 17. Gerät zum Diagnostizieren und Einstellen eines  
 Reifens und einer Radfelge zur optimalen relativen  
 Montageposition, das aufweist  
 eine Einrichtung zum Lagern der Radfelge zur an- 30  
 getriebenen Drehung darauf,  
 eine Einrichtung zum Abfassen der Position, der  
 Konfiguration und des Radialschlags der Radfelge  
 und des darauf montierten Reifens,  
 eine Einrichtung zum Belasten des Umfangs des 35  
 montierten Reifens mit einer konstanten Kraft,  
 eine Einrichtung zum Sensieren des Versatzes der  
 Einrichtung zum Belasten,  
 eine Einrichtung zum Vergleichen, gekoppelt mit 40  
 der Einrichtung zum Erfassen und der Einrichtung  
 zum Sensieren des Versatzes, wobei die Einrich-  
 tung zum Vergleichen arbeitet, um den gemessenen  
 Radialschlag der Radfelge mit dem Radialschlag  
 des in einer Ausgangsposition auf der Radfelge 45  
 montierten Reifens zu vergleichen und zum Be-  
 rechnen einer besten Lösung auf der Basis der ge-  
 ringsten Quadrate zwischen dem Radialschlag von  
 Reifen und Radfelge, was eine optimale Position  
 des Reifens auf der Radfelge darstellt, und  
 eine Einrichtung zum Schleifen des Reifens, 50  
 wobei die Einrichtung zum Vergleichen eine Ein-  
 richtung zum Steuern der Einrichtung zum Schlei-  
 fen aufweist, um Material von dem Reifen an be-  
 rechneten Positionen auf dem Reifenumfang zu  
 entfernen, wenn die Materialentfernung die Reifen- 55  
 und Radfelgen-Betriebscharakteristiken verbes-  
 sern wird.  
 18. Gerät nach Anspruch 16, wobei die Einrichtung  
 zum Steuern eine Einrichtung zum Begrenzen des  
 Schleifens von Material von dem Reifen auf ein 60  
 vorbestimmtes maximales Volumen aufweist.  
 19. Gerät nach Anspruch 16, wobei die Einrichtung  
 zum Steuern eine Einrichtung zum Begrenzen der  
 Zeit aufweist, innerhalb der Material von dem Rei-  
 fen geschliffen werden kann. 65  
 20. Gerät nach Anspruch 17, wonach die Einrich-  
 tung zum Belasten eine Einrichtung zum Messen  
 der konstanten Kraft aufweist, um einen Pegel an-

zunehmen, der für die Betriebslast auf den mon-  
 tierten Reifen steht.  
 21. Gerät nach Anspruch 17, wobei die Einrichtung  
 zum Erfassen ein Beobachtungssystem umfaßt.  
 22. Gerät nach Anspruch 17, wobei die Einrichtung  
 zum Erfassen eine Kontaktfühlereinrichtung auf-  
 weist.  
 23. Gerät nach Anspruch 17, wobei die Einrichtung  
 zum Belasten eine Einrichtung zum rotationsmäßi-  
 gen Antreiben der Radfelge aufweist.  
 24. Gerät nach Anspruch 17, wobei die Einrichtung  
 zum Lagern eine Einrichtung zum rotationsmäßi-  
 gen Antreiben der Radfelge und eine Einrichtung  
 zum Messen einer Unwucht in der Radfelge und  
 der Reifen- und Radfelgenanordnung aufweist.  
 25. Gerät zum Diagnostizieren und Korrigieren  
 von vibrationsverursachenden Charakteristiken ei-  
 ner Radfelgen- und Reifenanordnung, das aufweist  
 eine Einrichtung zum Messen einer Unwucht in der  
 Radfelgen- und Reifenanordnung und zum Kenn-  
 zeichnen einer winkelmäßigen Position und Größe  
 einer Massenänderung zur Korrektur der Un-  
 wucht,  
 eine Einrichtung zum Messen des Radialschlags der  
 Radfelge,  
 eine Einrichtung zum Messen des Radialschlags des  
 auf der Radfelge montierten Reifens, und  
 eine Einrichtung zum Berechnen einer besten Lö-  
 sung auf der Basis der geringsten Fehlerquadrate  
 zwischen dem Radschlag von Reifen und Radfelge  
 und zum Kennzeichnen der relativen winkelmä-  
 ßigen Position zwischen Radfelge und Reifen, bei der  
 die Lösung auf der Basis der geringsten Fehlerqua-  
 drate auftritt.  
 26. Gerät nach Anspruch 25, wobei die Einrichtung  
 zum Berechnen eine Einrichtung zum Feststellen  
 aufweist, ob ein hinreichender Vorteil hinsichtlich  
 der Vibrationscharakteristiken erzielt werden wird,  
 wenn der Reifen auf der Radfelge auf die gekenn-  
 zeichnete Winkelposition bewegt wird.  
 27. Gerät nach Anspruch 25, wobei die Einrichtung  
 zum Messen des Radialschlags ein Beobachtungs-  
 system aufweist.  
 28. Gerät nach Anspruch 25, wobei die Einrichtung  
 zum Messen eines Radialschlags des Reifens eine  
 Belastungsrolle für den Kontakt mit dem Reifen-  
 umfang und eine Einrichtung zum Anlegen der Be-  
 lastungsrolle auf den Reifen mit einer im wesentli-  
 chen konstanten Kraft aufweist.  
 29. Gerät nach Anspruch 28, mit einer Einrichtung  
 zum Sensieren eines Versatzes der Belastungsrolle.  
 30. Gerät nach Anspruch 25, mit einer Reifensch-  
 leifeinrichtung, die mit der Einrichtung zum Be-  
 rechnen gekoppelt ist, wobei die zuletzt genannte  
 Einrichtung einer Einrichtung zum Steuern der  
 Reifenschleifeinrichtung hat, um Material von dem  
 Reifen zu entfernen, wenn hierdurch ein hinrei-  
 chender Vorteil hinsichtlich der Vibrationscharak-  
 teristiken erzielt werden wird.  
 31. Gerät nach Anspruch 30, wobei die Einrichtung  
 zum Steuern einer Einrichtung zum hemmen des Rei-  
 fenmaterialentfernens aufweist, nachdem ein vor-  
 bestimmtes Materialvolumen entfernt ist.  
 32. Gerät nach Anspruch 30, wobei die Einrichtung  
 zum Steuern eine Einrichtung aufweist, das Reifen-  
 materialentfernen zu hemmen, nachdem eine vor-  
 bestimmte Schleifzeitlänge abgelaufen ist.  
 33. Gerät nach Anspruch 30, wobei die Einrichtung

zum Steuern eine Einrichtung aufweist, das Reifenmaterial entfernen folgend einem anfänglichen Entfernen zu hemmen, wenn die Umfangsorte des folgenden Entfernens nicht im wesentlichen den Umfangsorten des anfänglichen Entfernens entsprechen. 5

34. Verfahren zum Reduzieren von Betriebsvibrationscharakteristiken in einer Radfelgen- und Reifenanordnung, derart, daß diese innerhalb von Spezifikationen sind, wobei der Reifen bei der Anordnung in einer Ausgangsposition montiert ist, mit den Schritten: 10

Messen des belasteten Schlags der Anordnung mit einer konstanten Kraft, die gegen den Umfang des Reifens angelegt wird, 15

Messen des Schlags der Radfelge,

Bestimmen, ob der Schlag von entweder Felge oder Reifen übermäßig ist,

Vergleichen des Schlags des Reifens und der Radfelge, wenn weder der Reifen- noch der Felgeschlag übermäßig ist, um zu bestimmen, ob eine Anpassungsmontage des Reifens auf der Radfelge in eine darauffolgende Position eine Vibrationsverbesserung erzeugen würde, 20

Anpassungsmontieren des Reifens auf der Radfelge auf die folgende Position, wenn die Vibrationsverbesserung erzeugt werden würde, 25

Überprüfen, ob eine Anpassungsschleifvibrationsverbesserung des belasteten Schlags der Anordnung nicht innerhalb der Spezifikationen ist, 30

Anpassungsschleifen des Reifens, wenn die Anordnung nicht innerhalb der Spezifikation ist und eine Vibrationsverbesserung erzeugt werden würde,

Wuchten der Radfelgen- und Reifenanordnung auf einer Radauswuchtmaschine, und 35

Korrigieren der Anordnungsunwucht, wenn diese nicht innerhalb der Spezifikationen ist.

35. Verfahren nach Anspruch 34, mit dem Schritt des Hemmens des Anpassensschleifens, wenn der Schlag von entweder Radfelge oder Reifen übermäßig ist. 40

36. Verfahren nach Anspruch 34, mit dem Schritt des Hemmens des weiteren Anpassungsschleifens, nachdem ein vorbestimmter maximaler Betrag an Reifenmaterialvolumen entfernt worden ist. 45

37. Verfahren nach Anspruch 34, mit dem Schritt des Hemmens des weiteren Anpassungsschleifens nach einem vorbestimmten maximalen Betrag an Reifenschleifzeit.

38. Verfahren nach Anspruch 34, mit dem Schritt des Einstellens der konstanten Kraft auf einen Pegel, der für einen Fahrzeugbetriebspegel steht.

39. Verfahren nach Anspruch 34, wobei der Schritt des Messens des Schlags der Radfelge die Schritte des Messens des Schlags der Felge bei sowohl innerem als auch äußerem Wulststz und des Ermitteln von innerem und äußerem Wulststzschlag umfaßt. 55

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

60

65

— Leerseite —

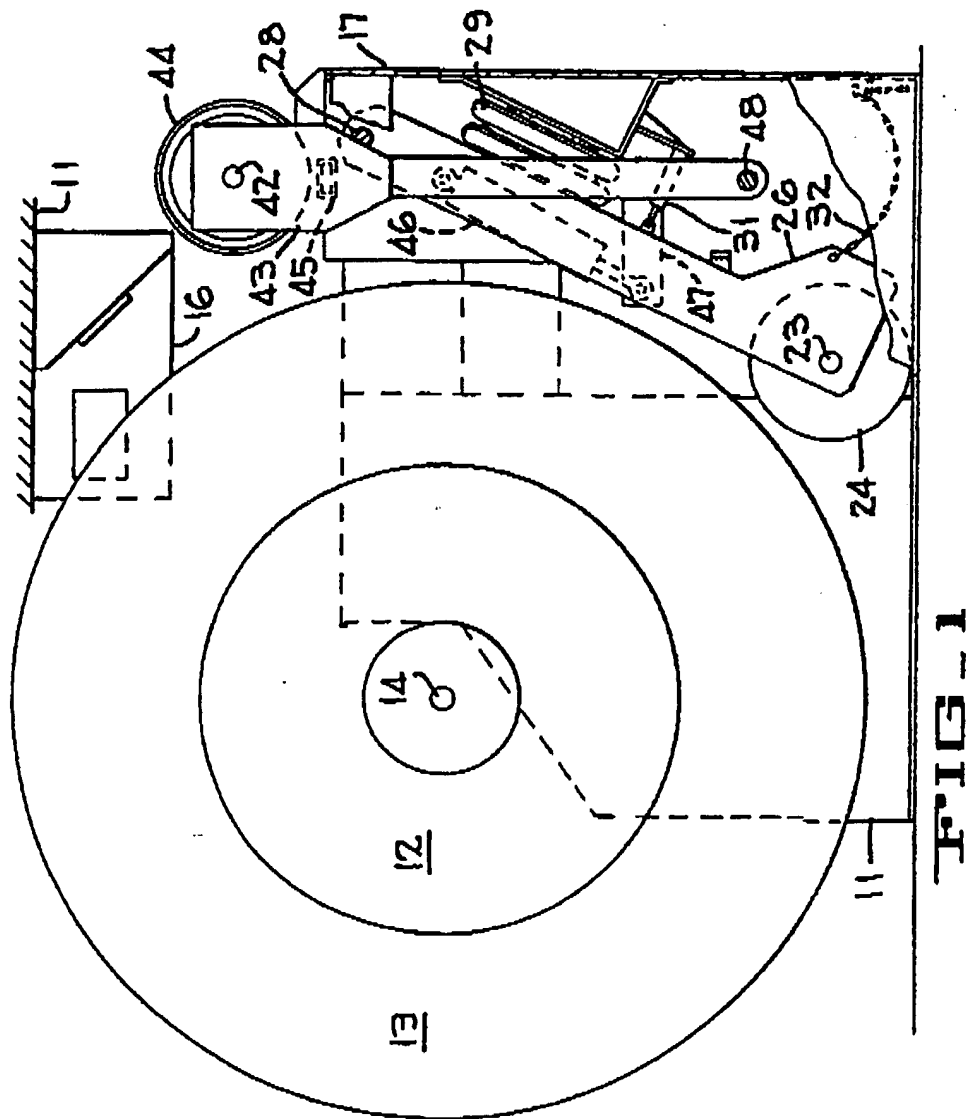


FIG. 1



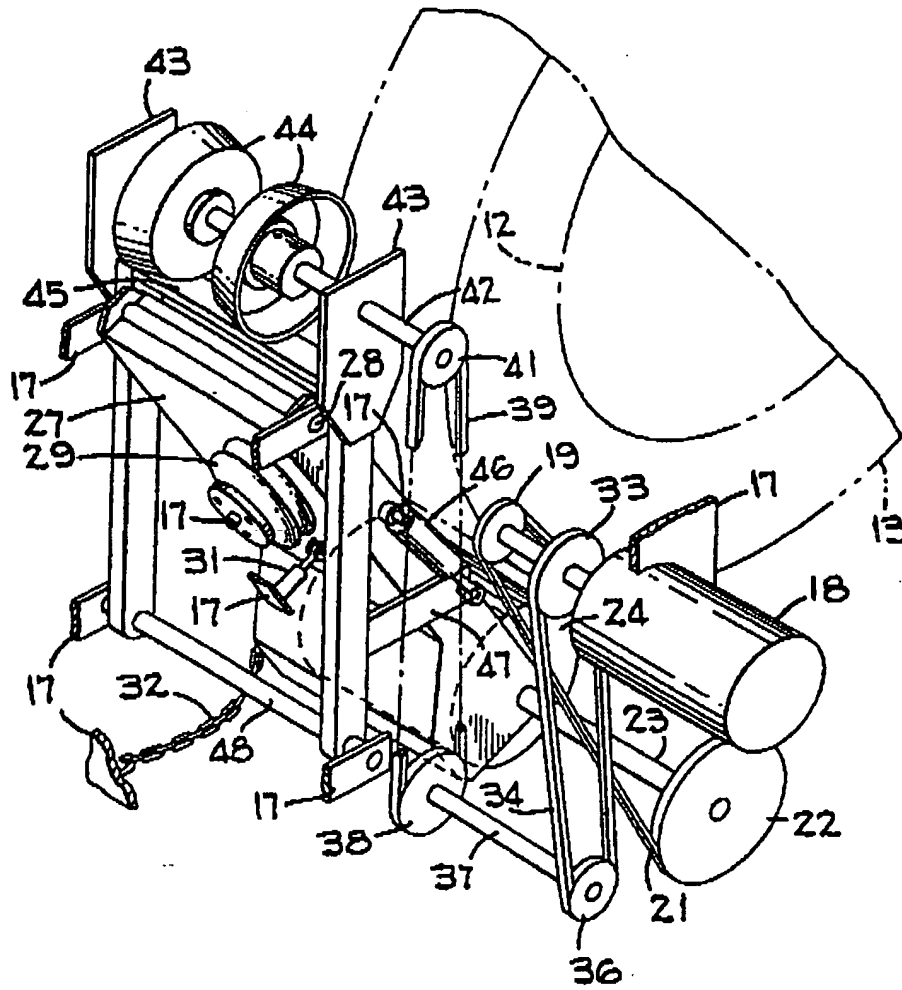


FIG. 2

FIG. 3

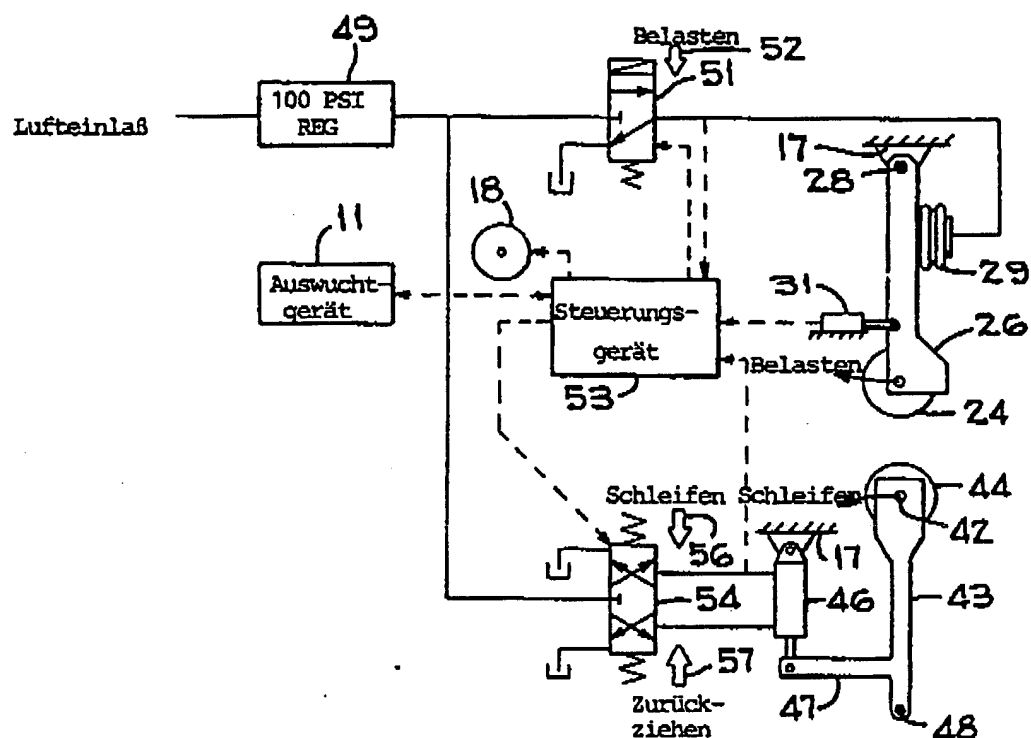
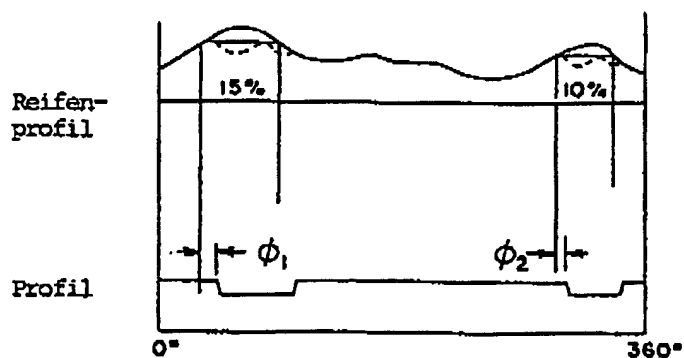
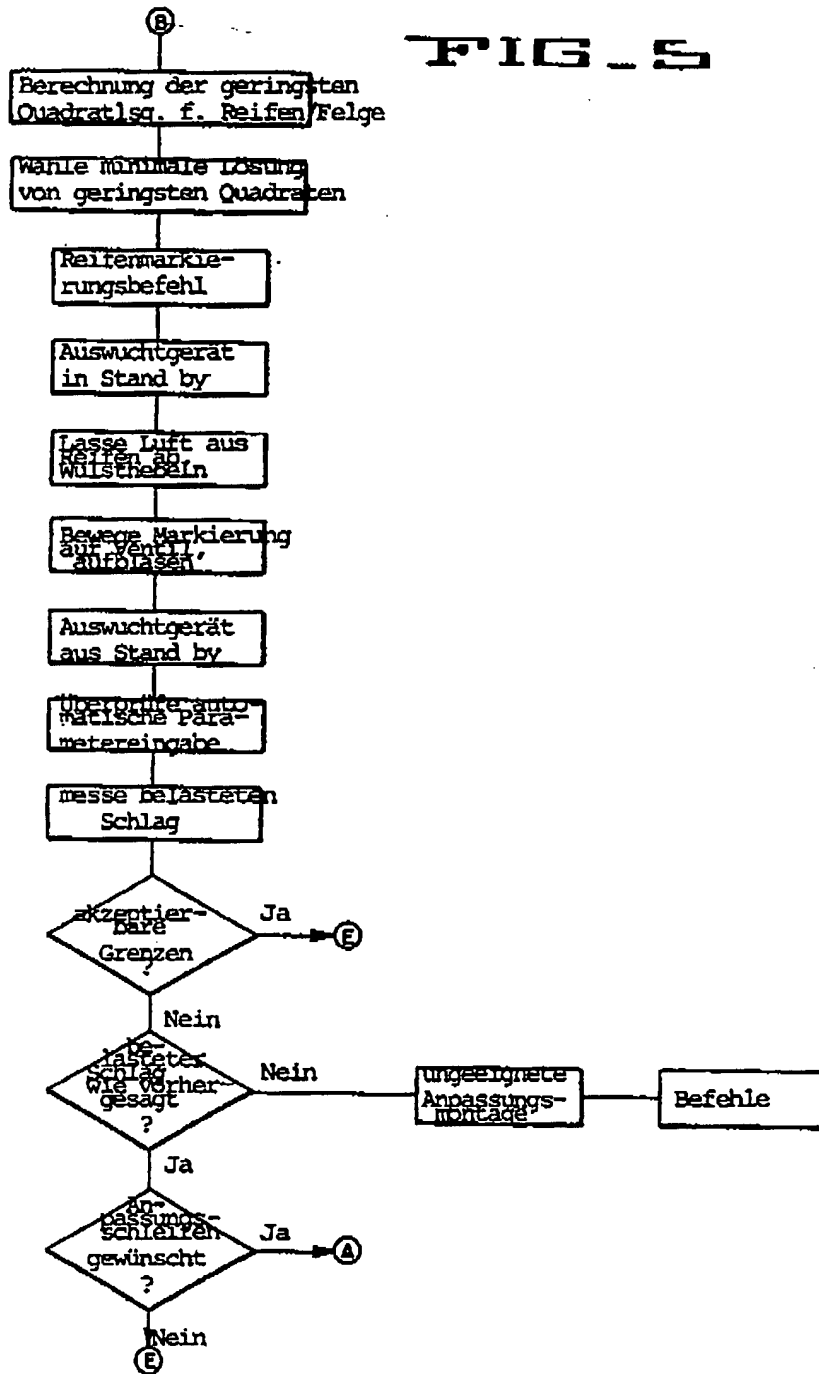


FIG. 9





# FIG. 5







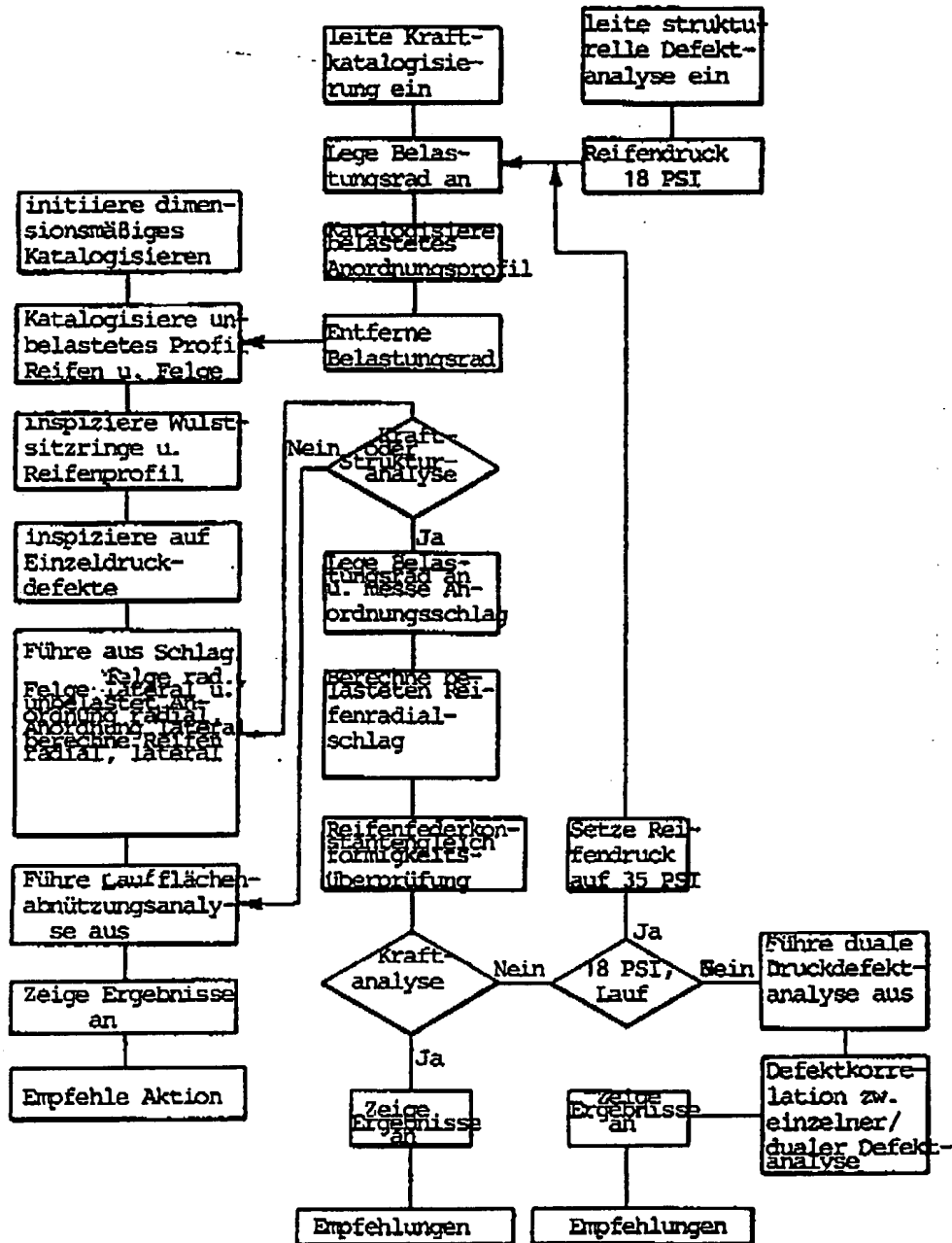


FIG. 8